



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TE 145561

**PERANCANGAN DIAGRAM PENGKABELAN PADA
AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM DI PT.
INDUSTRIAL ROBOTICS AUTOMATION**

Oleh:

Dewanda Bima Harikusuma

NRP 10311500000027

Dosen Pembimbing:

Eko Setijadi, ST, MT, Ph D

Imam Arifin, ST, MT

Mohammad Hafid S.Pd

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Tugas Akhir - TE 145561

**PERANCANGAN DIAGRAM PENGKABELAN PADA
AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM DI PT. INDUSTRIAL
ROBOTICS AUTOMATION**

Dewanda Bima Harikusuma
NRP. 10311500000027

Dosen Pembimbing :
Eko Setijadi, ST, MT, Ph D
Imam Arifin, ST, MT
Mohammad Hafid S.Pd

Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



FINAL PROJECT - TE 145561

***WIRING DIAGRAM DESIGN ON AUTOMATION
SORTING LINE SYSTEM AT PT. INDUSTRIAL
ROBOTICS AUTOMATION***

Dewanda Bima Harikusuma
NRP. 10311500000027

Supervisor
Eko Setijadi, ST, MT, Ph D
Imam Arifin, ST, MT
Mohammad Hafid S.Pd

*Department of Electrical Automation Engineering
Faculty of Vocational*
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PERANCANGAN DIAGRAM PENGKABELAN PADA
AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM DI PT.
INDUSTRIAL ROBOTIC AUTOMATION**

TUGAS AKHIR

Ditujukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Departemen Teknik Elektro Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui:

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Pembimbing 3

Ko Soejadi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197210012003121062

Iman Arifin, S.T., M.T.
NIP. 197302222002121001

Mohammad Hafid, S.Pd.

**SURABAYA
JUNI, 2018**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**PERANCANGAN DIAGRAM PENGKABELAN PADA
AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM DI PT.
INDUSTRIAL ROBOTIC AUTOMATION**

TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Dewanda Bima Hari Kusuma

10311500000027

Menyetujui:

PT Industrial Robotics Automation

Pembimbing Lapangan

HRD,

Mohammad Hafid, S.Pd

Puspita Kinasih Santya Putri, S.Psi

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PERANCANGAN DIAGRAM PENGKABELAN PADA AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM DI PT. INDUSTRIAL ROBOTIC AUTOMATION

Dewanda Bima Harikusuma
10311500000027

Pembimbing I : Eko Setijadi, ST, MT, Ph D.
Pembimbing II : Imam Arifin, ST, MT.
Pembimbing III : Mohammad Hafid S.Pd.

ABSTRAK

Sistem pemilahan *box* secara manual masih banyak ditemukan di industri menengah kebawah. Kecepatan dan ketepatan proses produksi hingga *packing* dapat mempengaruhi profit yang didapat perusahaan tersebut. Pada era industri saat ini dibutuhkan sistem yang dapat mengatasi permasalahan, terutama dari aspek kecanggihan teknologi. Oleh karena itu dibutuhkan sistem yang tepat untuk dapat memilah *box* secara otomatis, tepat dan cepat. *Automation Sorting Line System* merupakan suatu sistem yang dapat memisahkan *box* pada masing-masing *line*. Dengan sensor *barcode*, sistem ini memungkinkan untuk mendeteksi dan mengaktifkan pendorong apabila *barcode* sesuai dengan *line*. Sistem yang dibuat cukup kompleks dan membutuhkan panel sebagai tempat komponen elektrik. Dengan didesain secara benar dan rapi, diharapkan pegawai *maintenance* dapat mudah menganalisa kerusakan pada panel. Untuk dapat memasukkan *box* ke tiap *line* dibutuhkan pendorong berupa motor servo yang telah di modifikasi. Motor servo diatur lamanya mendorong dan akan kembali semula jika mengenai sensor penghitung tiap *line*. Hasil pengujian pendorong *box* menggunakan *timer* pada PLC dengan set 1,2 ms dapat mendorong *box* yang akan disortir dan masuk ke tiap *line*.

Kata Kunci : *barcode*, *maintenance*, panel, servo

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

WIRING DIAGRAM DESIGN ON AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM AT PT. INDUSTRIAL ROBOTICS AUTOMATION

Dewanda Bima Harikusuma
1031150000027

Supervisor I : Eko Setijadi, ST, MT, Ph D.
Supervisor II : Imam Arifin, ST, MT.
Supervisor III : Mohammad Hafid S.Pd.

ABSTRACT

Manual box sorting systems are still commonly found in the medium to lower industries. The speed and accuracy of the production process until packing can affect the profit the company gets. In the current era of industry required a system that can overcome the problems, especially from aspects of technological sophistication. Therefore it takes the right system to be able to sort the box automatically, precisely and quickly. Automation Sorting Line System is a system that can separate the box on each line. With barcode sensors, this system allows to detect and activate thrusters when the barcode matches the appropriate line. The system is made quite complex and requires the panel as a place of electrical components. With a properly designed and neat, it is expected that maintenance personnel can easily analyze the damage to the panel. To be able to enter the box to each line required a driver in the form of servo motors that have been modified. The servo motor is set to be durable and will return when it comes to the counter sensors per line. The result of box booster testing using a timer on the PLC with a set of 1.2ms can push the box to be sorted and go into each line.

Keywords: *maintenance, safety, power, servo*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umat muslim yang senantiasa meneladani beliau.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma 3 pada Bidang Studi Komputer Kontrol, Pogram Studi D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

PERANCANGAN DIAGRAM PENGKABELAN PADA AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM DI PT. INDUSTRIAL ROBOTIC AUTOMATION

Dalam Tugas Akhir ini dirancang sistem *wiring* panel untuk memudahkan dalam *maintenance* pada *Automation Sorting Line System*, sesuai dengan judul tugas akhir *wiring* panel yang diciptakan akan memudahkan seseorang untuk proses *maintenance*.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu dan Bapak penulis yang memberikan berbagai bentuk doa serta dukungan tulus tiada henti, Bapak Eko Setijadi, ST, MT, Ph D dan Bapak Imam Arifin, ST, MT. Atas segala bimbingan ilmu, moral, dan spiritual dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini, Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya 5 Juni 2018



Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

SAMPUL LUAR	i
Halaman Pengesahan	vii
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metodologi Perancangan	3
1.6 Sistematika Laporan	5
1.7 Relevansi	6
BAB 2 TEORI DASAR.....	7
2.1 Sorting Line System	7
2.2 Wiring Panel	8
2.3 PLC	8
2.3.1 CPU (Central Processing Unit)	11
2.3.2 I/O Module	12
2.4 Power Supply	13
2.5 Relay.....	15
2.6 LED Indikator	16
2.7 Motor Servo	17
2.8 Limit Switch	18
2.9 HMI.....	19
BAB 3 PERANCANGAN	21
3.1 Perancangan input output PLC	21
3.2 Diagram Wiring Power	22
3.3 Diagram Wiring Motor Servo	23
3.4 Diagram Wiring Relay	24
3.5 Perancangan HMI	26
BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	29
4.1 Deskripsi Tegangan dan Arus	29
4.1.1 Pengujian tegangan pada power.....	29

4.1.2 Pengujian Tegangan pada Power Supply	29
4.1.3 Pengujian Sensor Barcode	30
BAB 5 PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42
Lampiran 1. Datasheet Motor Servo	43
Lampiran 2 Datasheet Relay MY2N	44
Lampiran 3. Datasheet PLC NX1P2	48
RIWAYAT PENULIS	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sorting Line System.....	7
Gambar 2. 2 PLC NX1P2	13
Gambar 2. 3 Power Supply 24V	15
Gambar 2. 4 Relay OMRON MY2N	16
Gambar 2. 5 LED Indikator	16
Gambar 2. 6 Motor Servo MG995	18
Gambar 2. 7 Limit Switch	18
Gambar 2. 8 HMI OMRON.....	19
Gambar 3. 1 Diagram Wiring Power.....	22
Gambar 3. 2 Diagram Wiring Driver dan Motor Servo	23
Gambar 3. 3 Konfigurasi pin relay	24
Gambar 3. 4 Tampilan HMI saat aktif	27

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 List I/O PLC	21
Tabel 3. 2 List Output PLC.....	26
Tabel 4. 1 Hasil pengujian tegangan pada power panel.....	29
Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan pada power supply.....	30
Tabel 4. 3 Hasil pengujian pendorong dengan waktu 1.0 ms	32
Tabel 4. 4 Hasil pengujian pendorong dengan waktu 1.1 ms	34
Tabel 4. 5 Hasil pengujian pendorong dengan waktu 1.2 ms	35

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Program magang yang diadakan oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember berlangsung selama 6 bulan beranggotakan 3 mahasiswa bertempat di PT Industrial Robotic Automation. PT. Industrial Robotics Automation merupakan salah satu industri dengan kualitas cara kerja mesin yang baik dan efisien yang berfokus pada hasil produk pengemasan (*Packaging machine*) dengan tujuan untuk memudahkan karyawan *maintenance* memeriksa jika terjadi *error*. Saat hari pertama masuk kantor, mahasiswa magang berdiskusi dengan pegawai untuk menentukan penempatan magang di proyek perusahaan. PT Bentoel Group menjadi perusahaan yang menjadi tempat peserta magang untuk menyelesaikan proyek PT IRA dan tugas akhir.

Hari pertama di PT Bentoel Group peserta magang mengikuti pelatihan tentang keselamatan kerja atau disebut *Environment Health and Secure (EHS)*. Pada pelatihan tersebut lebih ditekankan pada keselamatan kerja manusia namun tidak lupa keselamatan lingkungan juga. Perusahaan ini sangat menjunjung tinggi keselamatan pekerjanya dan berkomitmen untuk menindak lanjuti apapun kejadian yang menimpa pekerja secara tegas. Setelah menjalani pelatihan keselamatan, peserta magang mengunjungi proyek yang dikerjakan PT IRA dan pembagian jam kerja. Jam kerja disini dibagi menjadi 3 yaitu shift 1 08.00-16.00, shift 2 16.00-24.00 dan shift 3 24.00-08.00.

Permasalahan yang berada di PT Bentoel cukup banyak mulai dari efisiensi pengemasan, pemberian label yang masih terdapat *error*, solasi otomatis yang kadang” tidak menutup, kerapian panel ditiap mesin masih kurang. Dari berbagai masalah yang terjadi dapat disimpulkan bahwa kepekaan konsumen dalam efisiensi pengkabelan panel cukup kurang yang dapat berimbas pada kerugian perusahaan tersebut. Saat ini PT. IRA memiliki *project* yaitu *Automation Sorting Line System*, merupakan sistem untuk memisahkan *box* menurut kode *barcode* setiap *box* sehingga memudahkan dalam proses pengemasan [1]. Ide ini didapat hasil diskusi antara mahasiswa dan pegawai perusahaan. Awal mula *project* yang seharusnya adalah pemrograman sensor *Cognex* untuk *reject box*. Permasalahan yang terjadi di PT Bentoel Group yaitu sistem pemilahan barang yang bagus dan jelek masih kurang tepat dan akurat, sering kali barang yang sobek, kotor dan rusak bisa masuk ke pallet yang siap kirim dan ini juga mengakibatkan

operator harus mengecek ulang barang yang berada di pallet agar *box* yang rusak tidak sampai ke tangan konsumen. Setelah melakukan proses diskusi yang cukup lama dan pihak perusahaan memberikan kesimpulan bahwa *project* pemrograman sensor Cognex terlalu mudah untuk dikerjakan sebagai Tugas Akhir dan melakukan diskusi lebih lanjut.

Project PT. IRA yang berlokasi di PT. BENTOEL Group yaitu *Robot Palletizer*, merupakan sistem robot yang meletakkan *box* ke pallet yang selanjutnya masuk ke *warehouse*. *Project* ini terdiri dari banyak sistem penunjang seperti sistem *weighter*, *barcode*, *sorting line*, *robot palletizer*, *pallet shuttle*, *pallet dispenser* dan *pallet wrapper*. Diantara 7 sistem dipilih 1 sistem yang pantas untuk menjadi judul Tugas Akhir yaitu sistem *sorting line* atau *Automation Sorting Line System*. Cara kerja mesin ini cukup efisien dan sederhana, *box* akan melewati sensor *barcode* DM 60 lalu sensor ini akan mendeteksi *barcode* yang tertera pada *box*, data yang telah dibaca oleh sensor akan dikomunikasikan ke *pusher* yang bersangkutan, apabila *box* telah menyentuh sensor *pusher* yang ditentukan maka seketika *pusher* akan mendorong *box* ke *line* yang selanjutnya diujung *line* terdapat operator yang siap melakukan proses produksi selanjutnya. Untuk pembuatan desain pengkabelan mesin tersebut menggunakan *Microsoft Visio* dan dengan mengikuti standar *wiring* nasional maupun internasional [2]. Dari sistem *wiring* ini diharapkan dapat memudahkan karyawan melakukan *Troubleshooting* dan *maintenance* mesin sehingga mesin tidak mati terlalu lama selama proses berlangsung dan keuntungan perusahaan terjaga.

Perkembangan teknologi dalam bidang industri otomasi sangat pesat seiring diikuti dengan kecanggihan alat untuk membangun mesin otomasi. Saat ini aspek penting yang menjadi tolak ukur mesin otomasi industri adalah efisiensi. Dengan adanya aspek tersebut, produsen mesin otomasi mengembangkan mesin-mesin otomasi yang efisien dengan tujuan membawa konsumen untuk mengikuti perkembangan zaman. Teknologi yang efisien diharapkan dapat menekan harga beli konsumen [3].

Pada perkembangan teknologi saat ini, yang menjadi ajang kompetisi di dunia industri adalah teknologi digital, namun meskipun teknologi saat ini adalah teknologi digital tetap saja membutuhkan kualitas pengkabelan yang benar dan efisien [4].

PT. Industrial Robotics Automation memiliki divisi *Research and Development* dimana dalam divisi ini mewujudkan apa saja yang diinginkan konsumen dengan kualitas sangat baik. Sering kali konsumen hanya menanyakan cara kerja mesin yang diinginkan sampai melupakan aspek efisiensi dalam pengkabelan. Aspek ini sangat penting mengingat mesin dapat *error* kapan saja dan perlu diadakan proses *maintenance*

yang rutin agar umur mesin panjang, apabila proses tersebut terhambat maka mesin tidak jalan dan itu berakibat pada produktifitas perusahaan tersebut. Perusahaan akan mengalami kerugian jika mesin produksi tidak jalan dikarenakan wiring panelnya buruk yang dapat menghambat proses *maintenance*.

1.2 Permasalahan

Di dunia industri aspek efisiensi dalam proses produksi sangat diperhatikan. Terdapat 4 tahap dalam proses produksi yaitu produksi bahan yang ditentukan, pengemasan, penyortiran dan penempatan ke *warehouse*. Masing-masing tahap memiliki tingkat efisien yang tinggi agar proses produksi dari mentah hingga siap kirim tidak memakan waktu yang lama.

Tahap penyortiran yang terjadi di dunia industri masih dilakukan secara manual yang berakibat waktu dalam tahap penyortiran memakan waktu yang lama. Ketika proses yang sederhana ini memakan waktu yang lama namun seharusnya dapat lebih cepat maka terjadi keterlambatan pengiriman barang yang dipesan.

1.2 Batasan Masalah

Perancangan Tugas Akhir ini membutuhkan beberapa komponen yang mendukung. Dengan menggunakan PLC NX1P2 yang memiliki *input* 14, *output* 10 dan *power supply* 24VDC. Komponen pendukung lain seperti relay MY2N dengan 2 kontak 1 koil dan memiliki lampu indikator pada alat yang dibuat ini membutuhkan 10 *relay* sesuai dengan output PLC. Selain *relay* MY2N, alat ini membutuhkan 8 *relay module* dengan tegangan 5VDC untuk mengaktifkan sensor

1.4 Tujuan

Pembuatan *Safety Door* dapat diterapkan pada industri guna meningkatkan tingkat keamanan pada mesin dalam proses produksi dan merancang sistem pengkabelan yang benar dan sederhana guna memudahkan operator dalam pemahaman sistem pengkabelan pada panel.

1.5 Metodologi Perancangan

Dalam pelaksanaan tugas akhir yang berupa perancangan sistem *wiring* panel pada alat *Automation Sorting Line System*, ada beberapa kegiatan yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini akan dilakukan studi literatur mengenai:

- a. Mempelajari Relay MY2N.
- b. Mempelajari konsep dasar *wiring* Power.
- c. Mempelajari konsep dasar motor servo.
- d. Mempelajari rangkaian driver servo untuk menggerakkan maju mundur servo.
- e. Mempelajari konsep *wiring* input/output PLC Omron NX1P-2.

2. Tahap identifikasi sistem

Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi dari sistem *Automation Sorting Line* dan pengkabelan panel sesuai data yang telah didapatkan dari studi literatur serta dilakukan perancangan dari sistem pengkabelan yang akan dikerjakan.

3. Tahap perancangan

Pada tahap ini akan dilakukan sebuah perancangan sistem *Automation Sorting Line*, pendorong servo dan pengkabelan panel, mulai dari bagian sistem *power*, *input/output* PLC, *relay*, *limit switch*, sensor *infrared*, motor *servo* dan *power supply*. Pada tahap ini, perancangan seluruh diagram pengkabelan menggunakan *software* Microsoft Visio 2013.

Pendorong untuk memasukkan barang ke *line* menggunakan motor servo MG995. Barang yang telah masuk dibagian penyortiran akan dipilah sesuai barcode yang ditentukan dan didorong ke *line* sortir yang selanjutnya siap diambil oleh operator atau lengan robot.

Setelah mendapat teori dasar yang mendasari pembuatan Tugas Akhir ini, baru dilakukan perancangan alat Tugas Akhir ini. Perencanaan dilakukan agar alat yang dibuat sesuai dengan teori dasar yang dimiliki dengan menerapkan ke dalam praktik bertujuan untuk alat yang dibuat memiliki hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan yang dilakukan terdiri dari perancangan *hardware* yang meliputi perancangan *wiring* power, *input/output* PLC, *safety device*, HMI dan motor servo.

4. Tahap pembuatan alat

Perancangan *hardware* yang dilakukan dengan merancang rangkaian-rangkaian elektronika dan rancangan mekanik. Komponen-komponen elektronika yang dibuat atau digunakan meliputi:

- a. Desain pengkabelan *power*
- b. Desain pengkabelan HMI

- c. Desain pengkabelan I/O PLC
- d. Desain pengkabelan *relay*
- e. Desain pengkabelan terminal
- f. Desain *Safety door*

5. Tahap pengujian dan Analisa

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian alat, menganalisa kesalahan atau kegagalan pada alat dan mengatasi permasalahan tersebut. Pada tahap ini, menganalisa faktor apa saja yang menyebabkan servo tidak bekerja sesuai dengan keinginan atau terjadi *error*. Tahapan ini dilakukan berdasarkan urutan di bawah ini:

- a. Pengujian tegangan pada *Rotary Switch*
- b. Pengujian tegangan pada *Relay 8 channel*
- c. Pengujian motor servo
- d. Pengujian *line full*

6. Tahap penyusunan laporan

Setelah alat berhasil dibuat dan berkerja dengan baik tanpa adanya *error*, pengambilan data dan analisa data terpenuhi, maka tahap selanjutnya yaitu penyusunan laporan untuk buku Tugas Akhir. Diharapkan buku Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua orang, dan dapat dijadikan pedoman dalam melanjutkan dan mengembangkan ide Tugas Akhir ini.

1.6 Sistematika Laporan

Untuk pembahasan lebih lanjut, laporan Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, metodologi, serta relevansi Tugas Akhir yang dibuat.

Bab II TEORI DASAR

Menjelaskan teori yang berisi teori-teori dasar yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat yang dibuat.

Bab III PERANCANGAN ALAT

Membahas perencanaan dan pembuatan tentang perencanaan dan pembuatan *hardware* yang meliputi desain mekanik dan perancangan *software* yang meliputi program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

Bab IV PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA

Membahas pengujian sistem dan menganalisa data yang didapat dari pengujian tersebut serta membahas tentang pengujian, dan penganalisaan terhadap sistem.

Bab V PENUTUP

Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut.

BAB 2

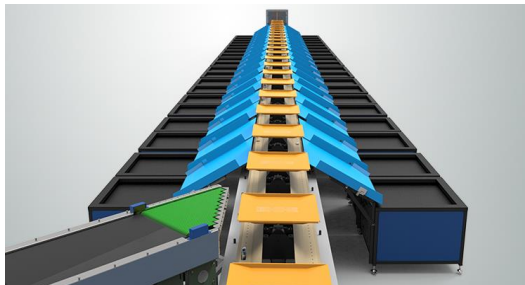
AUTOMATION SORTING LINE SYSTEM

Beberapa teori penunjang yang dipaparkan dalam buku Tugas Akhir ini adalah teori dasar mengenai *Sorting Line System*, *Wiring Panel*, *Safety Wiring*.

2.1. *Automation Sorting Line System*

Sorting merupakan proses pemisahan bahan berdasarkan fitur tertentu [5]. Proses ini sangat penting bagi industri yang mementingkan efisiensi produksi.

Sorting Line System merupakan salah satu mesin pemisah box yang umum digunakan dalam industri produksi karena sangat ekonomis dan mudah dioperasikan. Desain yang sederhana dan sangat fleksibel dalam penggunaannya artinya hanya *conveyor belt* yang menggerakkan benda. Penggunaan sistem ini dapat mengurangi jumlah pekerja pada perusahaan dan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi. Ilustrasi desain *Sorting Line System* dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 *Automation Sorting Line System*

Conveyor Belt terdiri dari 2 *roller* dengan *loop* material yang berkelanjutan berputar pada *roller*. Satu atau kedua *roller* dinyalakan dapat menggerakkan *belt* ke depan. Ada dua kelas industri yang memakai *conveyor belt* sebagai transportasi material utama yaitu pemindahan *box* pada seluruh bagian dalam satu atau lebih tempat dan pemindahan bahan material mentah seperti pasir, batubara, besi dan lain lain [6].

Prinsip kerja mesin *sorting line* menggunakan pembandingan karakteristik benda yang akan disortir seperti ketinggian box, *barcode*, jenis dan label *box*.

2.2. Wiring Panel

Dalam pembuatan suatu mesin terdapat bagian utama yaitu panel mesin, yang merupakan tempat dimana komponen yang sangat penting dalam suatu mesin tersebut dapat dikatakan panel ini merupakan otak dari mesin tersebut. Pada panel mesin otomatisasi terdapat PLC atau kontroller yang dipakai beserta komponen pendukungnya seperti *relay*, kontaktor, MCB dan lain lain.

Komponen yang telah disusun pada panel selanjutnya akan didesain alur pengkabelannya dengan menggunakan *software* khusus guna memudahkan saat pengkabelan pada panel nanti. Teknik desain pengkabelan dengan berdasarkan warna kabel dapat memudahkan dalam proses pengkabelan [7].

- 1) Warna kabel merah menunjukkan kabel power R
- 2) Warna kabel kuning menunjukkan kabel power S
- 3) Warna kabel hitam menunjukkan kabel power T
- 4) Warna kabel biru menunjukkan kabel Netral
- 5) Warna kabel kuning-hijau menunjukkan kabel *Ground*

2.3. PLC

Istilah PLC atau *Programmable Logic Control* sebagai sistem elektronik yang beroperasi secara digital menggunakan *programmable* memori untuk penyimpanan internal pengguna. instruksi berorientasi untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi tertentu seperti logika, sekuen, *counting*, *timing* dan aritmatika untuk mengontrol digital atau analog input dan output, variasi mesin atau proses [8].

Programmable Logic Controllers (PLC) adalah komputer elektronik yang mudah digunakan (*user friendly*) yang memiliki fungsi kendali untuk berbagai tipe dan tingkat kesulitan yang beraneka ragam Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog . Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai

Programmable yaitu menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya. *Logic* adalah menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic* (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya. *Controller* yaitu menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan. PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian *relay sequensial* dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan sudah dimasukkan. Alat ini bekerja berdasarkan *input-input* yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan *output-output*. Logika 1 menunjukkan bahwa keadaan yang diharapkan terpenuhi sedangkan logika 0 berarti keadaan yang diharapkan tidak terpenuhi. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki *output* banyak.

Fungsi dan kegunaan PLC sangat luas yaitu yang pertama sebagai sekuensial kontrol. PLC memproses *input* sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sekuensial), disini PLC menjaga agar semua step atau langkah dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat. Kedua monitoring *plant*. PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem (misalnya temperatur, tekanan, tingkat ketinggian) dan mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol (misalnya nilai sudah melebihi batas) atau menampilkan pesan tersebut pada operator. Sedangkan fungsi PLC secara khusus adalah dapat memberikan *input* ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Beberapa PLC dapat memberikan *input* ke CNC untuk kepentingan pemrosesan lebih lanjut. CNC bila dibandingkan dengan PLC mempunyai ketelitian yang lebih tinggi dan lebih mahal harganya. CNC biasanya dipakai untuk proses *finishing*, membentuk benda kerja, *moulding* dan sebagainya.

Prinsip kerja sebuah PLC adalah menerima sinyal masukan proses yang dikendalikan lalu melakukan serangkaian instruksi logika

terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program yang tersimpan dalam memori lalu menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan aktuatur atau peralatan lainnya.

PLC, kontrol, *sequencing*, dan logika pengaman *interlock* untuk manufaktur terdiri dari *relay*, *timer cam*, *sequencer drum*, dan pengontrol *loop* tertutup khusus. Karena ini bisa berjumlah ratusan atau bahkan ribuan, proses untuk memperbarui fasilitas-fasilitas tersebut untuk perubahan model tahunan sangat memakan waktu dan mahal, seperti yang diperlukan para profesional listrik untuk secara individu mere-wire *relay* untuk mengubah karakteristik operasional mereka. Ketika komputer digital sudah ada dan menjadi perangkat yang dapat diprogram untuk tujuan umum segera diterapkan untuk mengontrol logika sekuensial dan kombinatorial dalam proses industri. Namun, komputer awal ini membutuhkan pemrogram khusus dan kontrol lingkungan operasi yang ketat untuk suhu, kebersihan, dan kualitas daya. Untuk memenuhi syarat ini, PLC dikembangkan dengan beberapa atribut penting seperti penambahan kipas pada panel agar panas dari panel keluar yang dapat mengakibatkan PLC *overheat*. Ini akan menoleransi lingkungan kerja, itu akan mendukung masukan dan keluaran yang terpisah (bit - form) dengan cara yang mudah diperluas, tidak akan membutuhkan bertahun-tahun pelatihan untuk digunakan, dan memungkinkan operasinya untuk di monitor. Karena banyak proses industri memiliki skala waktu yang mudah diatasi oleh waktu respons milidetik, elektronik modern (cepat, kecil, andal) sangat memfasilitasi pembuatan pengendali yang andal, dan kinerja dapat diperdagangkan untuk keandalan.

PLC memiliki banyak komponen pendukung seperti CPU, I/O *module*, *port communication*. PLC yang digunakan pada mesin *Automation Sorting Line System* yaitu PLC NX1P2 keluaran dari Omron dengan seri NX. PLC ini merupakan PLC tipe modular yang berarti I/O nya bisa ditambah sesuai dengan kebutuhan pengguna dan komponennya terpisah. NX1P2 ini menjadi satu kesatuan dengan komponen seperti CPU atau *Prossesor*, I/O *module* dan *communication port*. Untuk komunikasi, PLC ini menggunakan Ethernet dan Ethercat karena tersedia *Peripheral Port* (*port* utama pada PC/Laptop) untuk Ethernet dan *port* Ethercat pada PLC. Untuk programnya menggunakan *Software* bernama Sysmac Studio. Bagian I/O *module* yang merupakan modul *input* dan *output* dari PLC. PLC ini memiliki *input* sebanyak 14,

voltase sebesar 24 VDC dan arus sebesar 7mA dan memiliki *output* sebanyak 10.

PLC yang masuk dalam keluarga NX series ini memiliki kemampuan komunikasi menggunakan Ethernet IP dengan didukung *motion control* yang telah *include* dengan PLC [9]. Bentuk fisik PLC NX1P2 dapat dilihat pada Gambar 2.2

2.3.1 CPU (*Central Processing Unit*)

Bagian ini merupakan otak atau jantung PLC, karena bagian ini merupakan bagian yang melakukan operasi / pemrosesan program yang tersimpan dalam PLC. Disamping itu CPU juga melakukan pengawasan atas semua operasional kerja PLC, transfer informasi melalui internal *bus* antara PLC, *memory* dan unit I/O.

Bagian CPU ini antara lain adalah:

- 1) *Power Supply*, mengubah suplai masukan listrik menjadi suplai listrik yang sesuai dengan CPU dan seluruh komputer.
- 2) *Alterable Memory*, terdiri dari banyak bagian, intinya bagian ini berupa chip yang isinya di letakkan pada chip RAM (*Random Access Memory*), tetapi isinya dapat diubah dan dihapus oleh pengguna / pemrogram. Bila tidak ada suplai listrik ke CPU maka isinya akan hilang, oleh sebab itu bagian ini disebut bersifat *volatile*, tetapi ada juga bagian yang tidak bersifat *volatile*.
- 3) *Fixed Memory*, berisi program yang sudah diset oleh pembuat PLC, dibuat dalam bentuk chip khusus yang dinamakan ROM (*Read Only Memory*), dan tidak dapat diubah atau dihapus selama operasi CPU, karena itu bagian ini sering dinamakan memori non-*volatile* yang tidak akan terhapus isinya walaupun tidak ada listrik yang masuk ke dalam CPU. Selain itu dapat juga ditambahkan modul EEPROM atau *Electrically Erasable Programmable Read Only Memory* yang ditujukan untuk *back up* program utama RAM prosesor sehingga dapat diprogram untuk *reload* program EEPROM ke RAM jika program di RAM hilang atau rusak [6].
- 4) *Processor* adalah bagian yang mengontrol supaya informasi tetap jalan dari bagian yang satu ke bagian yang lain, bagian ini

berisi rangkaian *clock*, sehingga masing-masing transfer informasi ke tempat lain tepat sampai pada waktunya

- 5) *Battery Backup*, umumnya CPU memiliki bagian ini. Bagian ini berfungsi menjaga agar tidak ada kehilangan program yang telah dimasukkan ke dalam RAM PLC jika catu daya ke PLC tiba-tiba terputus.

2.3.2 I/O Module

Input merupakan bagian yang menerima sinyal elektrik dari sensor atau komponen lain dan sinyal itu dialirkan ke PLC untuk diproses. Ada banyak jenis modul input yang dapat dipilih dan jenisnya tergantung dari input yang akan digunakan. Jika input adalah *limit switches* dan *pushbutton* dapat dipilih kartu *input* DC. Modul *input analog* adalah kartu *input* khusus yang menggunakan ADC (*Analog to Digital Conversion*) dimana kartu ini digunakan untuk *input* yang berupa *variable* seperti temperatur, kecepatan, tekanan dan posisi. Pada umumnya ada 8-32 *input point* setiap modul *input*. Setiap *point* akan ditandai sebagai alamat yang unik oleh prosesor.

Output adalah bagian PLC yang menyalurkan sinyal elektrik hasil pemrosesan PLC ke peralatan *output*. Besaran informasi / sinyal elektrik itu dinyatakan dengan tegangan listrik antara 5 – 15volt DC dengan informasi diluar sistem tegangan yang bervariasi antara 24 – 240volt DC maupun AC. Kartu *output* biasanya mempunyai 6-32 *output point* dalam sebuah *single module*. Kartu *output analog* adalah tipe khusus dari modul *output* yang menggunakan DAC (*Digital to Analog Conversion*). Modul *output analog* dapat mengambil nilai dalam 12bit dan mengubahnya ke dalam sinyal analog. Biasanya sinyal ini 0-10 volts DC atau 4-20 mA. Sinyal Analog digunakan pada peralatan seperti motor yang mengoperasikan katup dan *pneumatic position control devices*. Bila dibutuhkan, suatu sistem elektronik dapat ditambahkan untuk menghubungkan modul ini ke tempat yang jauh. Proses operasi sebenarnya di bawah kendali PLC mungkin saja jaraknya jauh, dapat saja ribuan meter.

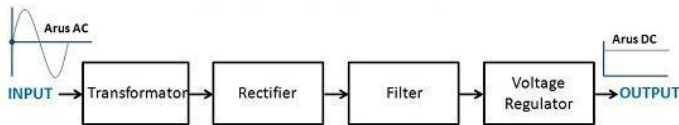


Gambar 2. 2 PLC NX1P2

2.4. Power Supply

Catu daya atau sering disebut dengan *Power Supply* adalah perangkat elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk perangkat lain. Secara umum istilah catu daya berarti suatu sistem penyearah-filter yang mengubah AC menjadi DC murni. Sumber DC seringkali dapat menjalankan peralatan-peralatan elektronika secara langsung, meskipun mungkin diperlukan beberapa cara untuk meregulasi dan menjaga suatu GGL agar tetap meskipun beban berubah-ubah. Energi yang paling mudah tersedia adalah arus bolak-balik, harus diubah atau disearahkan menjadi DC berpulsa (*pulsating dc*), yang selanjutnya harus diratakan atau disaring menjadi tegangan yang tidak berubah-ubah. Tegangan DC juga memerlukan regulasi tegangan agar dapat menjalankan rangkaian dengan sebaiknya. Secara garis besar, pencatu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu pencatu daya tak distabilkan dan pencatu daya distabilkan. Pencatu daya tak distabilkan merupakan jenis pencatu daya yang paling sederhana. Pada pencatu daya jenis ini, tegangan maupun arus keluaran dari pencatu daya tidak distabilkan, sehingga berubah-ubah sesuai keadaan tegangan *input* dan beban pada keluaran. Pencatu daya jenis ini biasanya digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak sensitif akan perubahan tegangan. Pencatu jenis ini juga banyak digunakan pada penguat daya tinggi untuk mengkompensasi lonjakan tegangan keluaran pada penguat. Prinsip kerja catu daya yaitu Arus Listrik yang digunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk Arus Bolak-balik atau arus AC

(*Alternating Current*). Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus Listrik melalui bentuk arus AC merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus DC (*Direct Current*). Akan tetapi, peralatan elektronika yang digunakan sekarang ini sebagian besar membutuhkan arus DC dengan tegangan yang lebih rendah untuk pengoperasiannya. Oleh karena itu, hampir setiap peralatan Elektronika memiliki sebuah rangkaian yang berfungsi untuk melakukan konversi arus listrik dari arus AC menjadi arus DC dan juga untuk menyediakan tegangan yang sesuai dengan rangkaian elektroniknya. Rangkaian yang mengubah arus listrik AC menjadi DC ini disebut dengan *DC Power Supply* atau dalam bahasa Indonesia disebut dengan Catu daya DC. *DC Power Supply* atau Catu Daya ini juga sering dikenal dengan nama “Adaptor”. Sebuah *DC Power Supply* atau Adaptor pada dasarnya memiliki 4 bagian utama agar dapat menghasilkan arus DC yang stabil. Keempat bagian utama tersebut diantaranya adalah *Transformer*, *Rectifier*, *Filter* dan *Voltage Regulator*. Berikut diagram blok *DC power supply* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Blok Diagram *DC Power Supply*

Catu daya menyediakan komponen dengan daya listrik. Istilah ini biasanya berkaitan dengan perangkat yang terintegrasi dalam komponen yang didukung. Catu daya memiliki bermacam-macam tegangan dan arus *output*. *Automation Sorting Line* menggunakan catu daya *input* 220V dan *output* 24V 5A. Bentuk fisik catu daya dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 4 Power Supply 24V

2.5. Relay

Sakelar elektromagnetik atau biasa disebut *relay* yang memiliki fungsi sebagai *normally close* dan *normally open* dalam satu kontak atau lebih dan didukung oleh arus kecil yang bertindak sebagai pengungkit atau sebagai sakelar itu sendiri [10]. Hal ini memungkinkan untuk memungkinkan arus listrik yang relatif kecil untuk memanfaatkan dan mengendalikan arus listrik yang lebih besar. Sensor adalah perangkat yang sensitif, dan mereka hanya menghasilkan sejumlah kecil arus listrik, tetapi agar sensor untuk mendorong peralatan yang lebih besar dibutuhkan sesuatu yang akan mengaktifkan peralatan ini dengan memungkinkan arus yang lebih besar mengalir. Dengan cara ini, sensor dapat bertindak sebagai input kontrol untuk relai sehingga ketika diaktifkan, aliran arus yang lebih besar ke peralatan. Misalnya, foto atau sensor cahaya dapat ditugaskan untuk mengontrol lampu luar ruangan sehingga ketika menjadi gelap di luar sensor cahaya mengaktifkan *relay*, yang bertindak sebagai saklar cahaya.

Arus kontrol kecil digunakan untuk memberi energi elektromagnet, yang menarik angker ke arahnya. *Armature* melakukan kontak dengan ujung lain dari rangkaian, yang melengkapi sirkuit dan memungkinkan arus mengalir. Ketika elektromagnet dinonaktifkan, pegas yang menempel pada armatur menariknya kembali, memotong aliran listrik. *Relay* yang digunakan pada *Automation Sorting Line* adalah *Relay Omron MY2N*. *Relay* ini memiliki 2 slot NO dan 2 slot NC namun hanya memiliki satu kontak coil. Dengan beroperasi pada tegangan 24VDC hingga 30VDC dan pada tegangan AC maksimal 250VAC.



Gambar 2. 5 Relay OMRON MY2N

2.6. LED Indikator

LED indikator atau lampu indikator merupakan komponen yang berfungsi sebagai penanda apabila arus telah memasuki sistem dan selain itu dapat sebagai penanda sistem dalam keadaan standby, stop dan run. Bentuk fisik LED indikator dapat dilihat pada Gambar 2.5. LED indikator yang digunakan pada Automation Sorting Line adalah LED 24V dengan keterangan warna sebagai berikut :

- 1) Indikator Biru menunjukkan adanya sumber tegangan 220VAC
- 2) Indikator Merah menunjukkan sistem dalam keadaan *stop*
- 3) Indikator Kuning menunjukkan sistem dalam keadaan *standby*
- 4) Indikator Hijau menunjukkan sistem dalam keadaan *running*



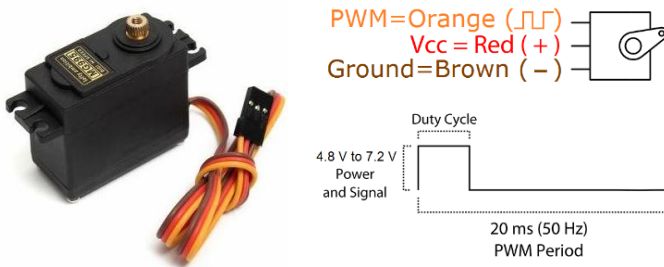
Gambar 2. 6 LED Indikator

2.7. Motor Servo

Servo merupakan suatu alat yang digunakan untuk menghasilkan output yang sesuai dengan perintah yang diinginkan dengan menggunakan feedback (umpan balik). Kata "servo" sendiri berasal dari kata "*servant*" yang berarti pelayan. Dengan kata lain, servo adalah pelayan yang mampu bekerja dengan tepat dan cepat sesuai instruksi dari tuannya. Sedang sistem servo dapat didefinisikan sebagai alat yang mampu menggerakkan pada kecepatan tertentu dan memposisikan suatu objek pada posisi yang ditentukan. Sistem kontrol otomatis seperti ini membutuhkan feedback (umpan balik) untuk dapat bekerja.

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada robot, pesawat dan lain lain.

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan controler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0° , 90° , 180° atau 360° . Berikut adalah komponen internal sebuah motor servo 180° . Tiap komponen pada motor servo diatas masing-masing memiliki fungsi sebagai *controler*, *driver*, sensor, *gearbox* dan aktuator. Pada gambar diatas terlihat beberapa bagian komponen motor servo. Motor pada sebuah motor servo adalah motor DC yang dikendalikan oleh bagian *controler*, kemudian komponen yang berfungsi sebagai sensor adalah potensiometer yang terhubung pada sistem *gearbox* pada motor servo. Bentuk fisik motor servo MG995 dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2. 7 Motor Servo MG995

2.8. *Limit Switch*

Jenis saklar yang digunakan di industri salah satunya adalah *limit switch*. Cara kerjanya dapat menggantikan fungsi dari tombol atau *push button*. *Limit switch* merupakan sensor yang memberikan nilai elektrik ketika terjadi perubahan atau pergerakan mekanik yang terjadi pada sensor tersebut. Industri menggunakan *limit switch* biasanya sebagai jembatan untuk memutus dan menghubungkan suatu rangkaian, sebagai sensor posisi atau untuk mengetahui keberadaan suatu objek [11].

Cara kerjanya yaitu saat *press* dan *release limit* akan mengeluarkan nilai sesuai dengan kondisinya. *Limit* memiliki 2 kontak yaitu NO (*Normally open*) dan NC (*Normally Close*). *Limit switch* saat di *wiring* nc dengan com maka saat *press* bernilai 0, saat *release* bernilai 1 sebaliknya jika *limit* di rangkai NO dengan COM maka saat ditekan akan bernilai 1 dan saat dilepas akan bernilai 0. Pada *Automation Sorting Line* menggunakan 5 *Limit Switch* dengan ketentuan 1 limit switch untuk *trigger* sensor *barcode*, 4 *limit switch* untuk *line A,B,C* dan *reject*. Bentuk fisik *limit switch* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 8 *Limit Switch*

2.9. HMI

Human Machine Interface atau disingkat HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dengan operator melalui tampilan layar komputer sehingga memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang diberikan sehingga mempermudah pekerjaan fisik.



Gambar 2. 9 HMI OMRON

HMI dapat berupa pengendalian dan visualisasi komputer yang bersifat *real time*. Suatu sistem bekerja dengan pemantauan langsung membutuhkan pekerja yang selalu siap memberikan informasi secara cepat, tepat dan handal tetapi hal ini tidak dapat dilakukan oleh manusia. Sesuai dengan tujuan dan tugas HMI maka, HMI dalam industri sangat penting peranannya dalam sistem monitoring dan kendali suatu sistem produksi sehingga dengan sistem ini dapat menghemat waktu dan tenaga kerja untuk pengamatan dan pengendalian setiap stasiun kerja produksi. Pada penelitian ini, dirancang sebuah sistem HMI(*Human Machine Interface*) dengan bantuan software. HMI yang digunakan pada *Automation Sorting Line* adalah HMI OMRON tipe NB series dengan tegangan input 24VDC dan memiliki fitur *touchscreen*. Pengerjaan HMI menggunakan *software* khusus yaitu *NB designer*. Bentuk fisik HMI yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.8.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini dijelaskan mengenai perancangan dan pembuatan desain wiring pada Automation Sorting Line. Pembahasan pertama blok fungsional sistem secara keseluruhan yang menjelaskan komponen pendukung dan komponen utama pada sistem. Pembahasan kedua pembuatan diagram wiring yang meliputi power, Motor Servo, relay, input output PLC, HMI, Sensor Barcode DM50, Limit Switch.

3.1 Perancangan input output PLC

PLC singkatan dari *programmable logic controller* merupakan suatu controller yang dapat diprogram sesuai kebutuhan suatu perangkat elektronik digital dengan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi yang menjalankan fungsi-fungsi spesifik seperti: logika, sekuen, *timing*, *counting*, dan aritmatika untuk mengontrol suatu mesin industri atau proses industri sesuai dengan yang diinginkan. PLC mampu mengerjakan suatu proses terus menerus sesuai variabel masukan dan memberikan keputusan sesuai keinginan pemrograman sehingga nilai keluaran tetap terkontrol. PLC yang digunakan memiliki 14 *input* dan 10 *output*, untuk seluruh output terhubung ke relay sebagai *output* lalu selanjutnya ke aktuator.

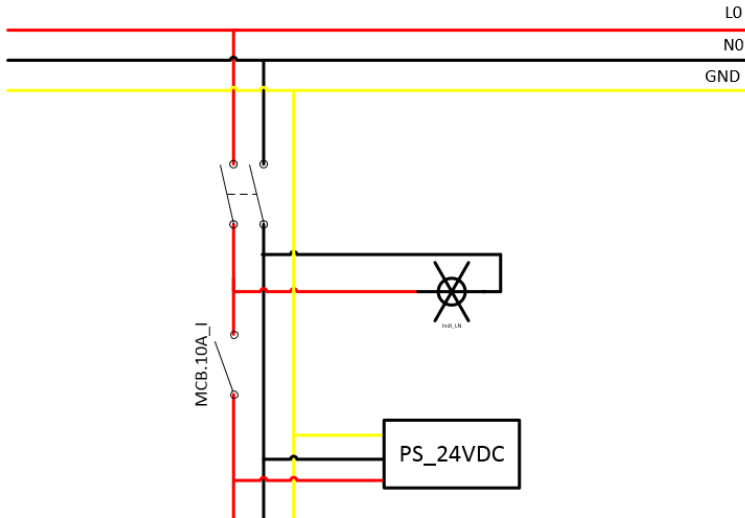
Tabel 3. 1 List I/O PLC

No.	Address	Tag Name	Comment	No	Address	Tag Name	Comment
1	I0.0	xIn_00_LSW	Limit switch Trigger Barcode	1	Q0.0	Xout_100_00_SRV	Servo Line A (UP)
2	I0.1	xIn_01_LSW	Limit switch Tracking No. 1	2	Q0.1	Xout_100_01_SRV	Servo Line B (UP)
3	I0.2	xIn_02_LSW	Limit switch Tracking No. 2	3	Q0.2	Xout_100_02_SRV	Servo Line C (UP)
4	I0.3	xIn_03_LSW	Limit switch Tracking No. 3	4	Q0.3	Xout_100_03_SRV	Servo Line A (DOWN)
5	I0.4	xIn_04_LSW	Limit switch Tracking No. 4	5	Q0.4	Xout_100_04_SRV	Servo Line B (DOWN)
6	I0.5	xIn_05_LSW	Limit switch Tracking No. 5	6	Q0.5	Xout_100_05_SRV	Servo Line C (DOWN)
7	I0.6	xIn_06_LSW	Limit switch Trigger Servo A	7	Q0.7	Xout_100_06_LED	Indikator Run
8	I0.7	xIn_07_LSW	Limit switch Trigger Servo B	8	Q1.0	Xout_100_07_LED	Indikator Run

No.	Address	Tag Name	Comment	No.	Address	Tag Name	Comment
9	I1.0	xIn_08_LSW	Limit switch Trigger Servo C	9	Q1.1	Xout_100_08_MTR	Motor Main Line
10	I1.1	xIn_09_LSW	Limit switch Full Box Line A	10	Q0.6	Xout_100_09_BZR	Buzzer
11	I1.2	xIn_10_LSW	Limit switch Full Box Line B				
12	I1.3	xIn_11_LSW	Limit switch Full Box Line C				
13	I1.4	xIn_12_LSW	Limit switch Full Box Reject				
14	I1.5	xIn_13_SFT	Safety Device				

3.2 Diagram Wiring Power

Pada Gambar 3.2 merupakan desain Wiring Power pada Automation Sorting Line.



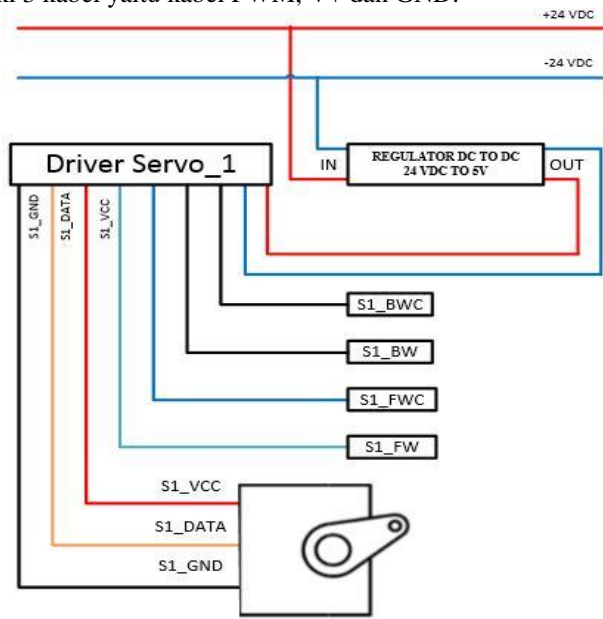
Gambar 3. 1 Diagram Wiring Power

Pada Gambar 3.2 menggunakan 3 warna kabel yaitu merah, hitam dan kuning-hijau, masing-masing kabel memiliki fungsi yang

berbeda dan dibedakan menurut warna. Kabel merah menunjukkan kabel R sedangkan kabel hitam S kedua kabel ini merupakan kabel *power* 1 fasa dengan tegangan yang mengalir sebesar 220VAC. Kemudian kabel warna kuning-hijau menunjukkan kabel *ground* bumi, pewarnaan kabel yang digunakan mengikuti aturan tertulis PUIL 2011. Agar dapat mengetahui tegangan telah masuk ke sistem, sebelum mengenai *switch* utama tegangan yang masuk akan menyalakan lampu indikator terlebih dahulu. Setelah lampu indikator menyala ini berarti tegangan dari sumber telah masuk ke sistem. Selanjutnya ketika *switch* utama diputar maka arus akan memasuki MCB yang berfungsi sebagai proteksi jika arus berlebih. Setelah itu MCB diaktifkan dan kipas pendingin akan aktif lalu *power supply* 24VDC aktif juga.

3.3 Diagram Wiring Motor Servo

Servo standar berkecepatan tinggi ini dapat berputar kira-kira 120 derajat (60 di setiap arah).Dapat menggunakan *programming* servo, perangkat keras/kontroller untuk mengontrol servo ini, Motor servo memiliki 3 kabel yaitu kabel PWM, V+ dan GND.

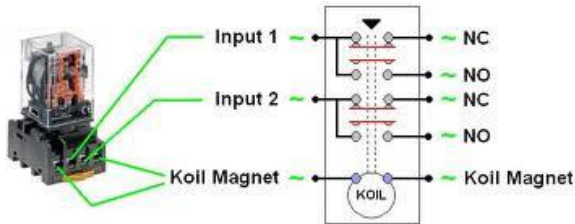


Gambar 3. 2 Diagram Pengkabelan Driver dan Motor Servo

Cara kerja Motor Servo diatas yaitu saat kondisi normal driver servo akan menunggu mendapatkan *trigger* dari PLC untuk mendorong *box*. Saat PLC memberikan *trigger* ke *driver* motor maka *driver* motor akan memberikan *pulse* ke pin pwm servo yang dituju disaat yang sama timer untuk mengembalikan keadaan semula servo berjalan. Saat *timer* habis maka akan berubah arah, semula arah kedepan menjadi ke belakang (*forward-reverse*). Alur pengkabelannya yaitu pin *forward* pada driver servo masuk ke *relay* selanjutnya relay akan terhubung ke PLC dan motor servo pin PWM. Untuk VCC dan GND pada pin motor servo langsung dihubungkan ke *regulator* DC-DC *step down* 24V to 7V. Untuk Gambar desain pengkabelan Motor Servo dapat dilihat pada Gambar 3.3.

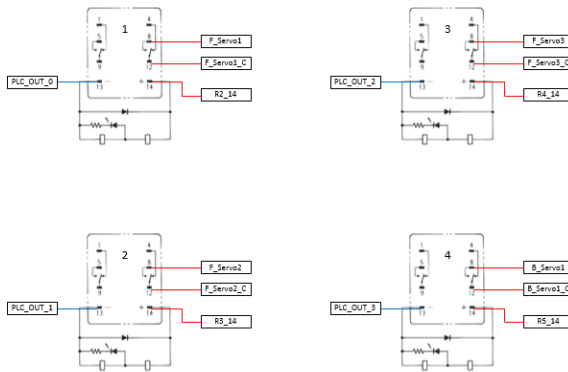
3.4 Diagram Wiring Relay

Relay Omron MY2N merupakan relay yang memiliki 2 slot NO (5,8) dan 2 slot NC (1,4) namun hanya memiliki satu kontak *coil* (13 atau 14). Dengan beroperasi pada tegangan 24VDC hingga 30VDC dan pada tegangan AC maksimal 250VAC.



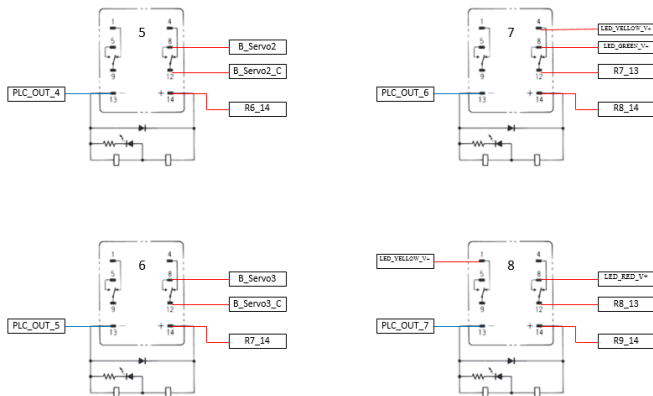
Gambar 3. 3 Konfigurasi pin relay

Berdasarkan konfigurasi pada Gambar 3.3 maka perancangan relay pada panel dapat dikerjakan. Untuk 8 relay hanya menggunakan 1 *input* sedangkan sisanya menggunakan 2 *input*. Untuk lebih jelas tentang diagram pengkabelan dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3. 4 Konfigurasi Relay 1-4

Pada gambar diatas merupakan diagram pengkabelan *relay* 1 sampai 4 dengan konfigurasi *input relay* 1 dari pin *output* PLC alamat 00 dan *output* ke pin *forward* servo1 untuk mengaktifkan servo *pusher*, *input relay* 2 dari pin *output* PLC alamat 01 dan *output* ke *forward* servo2, *input relay* 3 dari pin *output* PLC alamat 02 dan *output* ke *forward* servo3 dan, *input relay* 4 dari pin *output* PLC alamat 03 dan *output* ke *backward* servo1.



Gambar 3. 5 Konfigurasi Relay 5-8

Untuk konfigurasi *input* relay 5 tersambung ke pin *output* PLC alamat 04 dan *relay* 6 ke alamat 05 sedangkan *output* relay 5 ke pin *backward* servo2 dan *relay* 6 ke servo 3. *Relay* yang digunakan berjumlah 10 digunakan untuk 10 *output* PLC dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 3. 2 List Output PLC

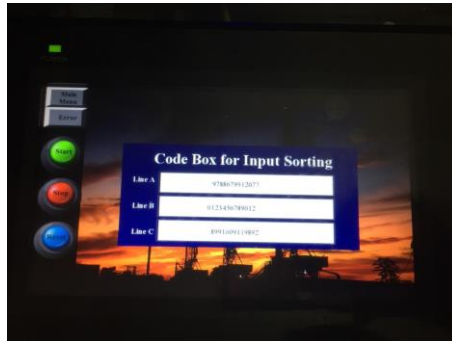
No	Address	Tag Name	Comment
1	Q0.0	Xout_100_00_SRV	Servo Line A (UP)
2	Q0.1	Xout_100_01_SRV	Servo Line B (UP)
3	Q0.2	Xout_100_02_SRV	Servo Line C (UP)
4	Q0.3	Xout_100_03_SRV	Servo Line A (DOWN)
5	Q0.4	Xout_100_04_SRV	Servo Line B (DOWN)
6	Q0.5	Xout_100_05_SRV	Servo Line C (DOWN)
7	Q0.7	Xout_100_06_LED	Indikator Run
8	Q1.0	Xout_100_07_LED	Indikator Stop
9	Q1.1	Xout_100_08_MTR	Motor Main Line
10	Q0.6	Xout_100_09_BZR	Buzzer

3.5 Perancangan Pengkabelan HMI

HMI merupakan singkatan dari *Human Machine Interface* yang berfungsi sebagai komunikasi antar mesin dan manusia (operator) melalui tampilan layar komputer sehingga memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem yang diberikan sehingga mempermudah pekerjaan fisik. HMI dapat berupa pengendalian dan visualisasi komputer yang bersifat *real time*. Suatu sistem bekerja dengan pemantauan langsung membutuhkan pekerja yang selalu siap memberikan informasi secara cepat, tepat dan handal tetapi hal ini tidak dapat dilakukan oleh manusia.

Cara kerja HMI pada *Automation Sorting Line* yaitu saat mesin dinyalakan maka kondisi lampu indikator kuning menyala yang artinya *standby*. Ketika tombol *start* ditekan maka mesin akan menyala dan lampu indikator hijau akan menyala namun saat tombol *stop* ditekan maka seluruh sistem akan mati dan lampu indikator merah menyala. Terdapat kolom *barcode* manual yang dapat diisi untuk memilah *box* sesuai *line* yang dibutuhkan. Jika *line* yang dituju sama dengan *box* yang masuk maka akan meluncur kebawah, jika tidak sesuai atau pembacaan *barcode* kurang baik maka akan masuk *line reject*. Pada tiap

line terdapat *counter sensor* yang berfungsi menghitung *box* yang masuk ke *line* tersebut dan dapat dilihat di layar HMI pada panel. Berikut tampilan HMI pada saat mesin *start* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3. 6 Tampilan HMI saat aktif

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB 4 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dan analisis pada bab ini dilakukan untuk mengetahui tegangan pada tiap komponen dan tingkat *safety* pada sistem. Tegangan dan arus yang masuk pada sistem dapat mempengaruhi kinerja komponen.

4.1 Deskripsi Tegangan dan Arus

Tegangan listrik (*Voltage*) adalah perbedaan potensi listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik. Tegangan dinyatakan dalam satuan V (Volt). Besaran ini mengukur energi potensial sebuah medan listrik untuk menyebabkan aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensi listrik satu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Sedangkan Arus listrik atau "*electric current*" dapat didefinisikan sebagai jumlah muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Biasanya arus memiliki satuan A (Ampere) atau dalam rumus terkadang ditulis I. Arus listrik merupakan gerakan kelompok partikel bermuatan listrik dalam arah tertentu.

4.1.1 Pengujian tegangan pada power

Power adalah sistem utama yang pertama kali menerima tegangan dari sumber listrik. Berfungsi untuk mendistribusikan tegangan dan arus ke semua *device* dan menjadi *safety device*. Daftar pengujian tegangan output dan input dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil pengujian tegangan pada power panel

No.	Komponen	Tegangan Input	Tegangan Output
1	Rotary Switch	220 V	220 V
2	LED Indikator Blue	220 V	220 V
3	MCB 10A	220 V	220 V
4	MCB 6A	220 V	220 V
5	Cooling Fan	220 V	220 V

4.1.2 Pengujian Tegangan pada Power Supply

Power Supply atau catu daya yang digunakan yaitu input 220VAC dan output 24VDC 5A. Pengujian yang dilakukan berharap sesuai dengan datasheet yang ada agar sistem bekerja optimal. Komponen ini adalah komponen yang memberikan tegangan ke PLC secara langsung, jadi ketepatan keluaran tegangan dan arus dari power supply harus sesuai dengan datasheet agar PLC tidak rusak akibat kelebihan tegangan dan arus.

Tabel 4. 2 Hasil pengujian tegangan pada power supply

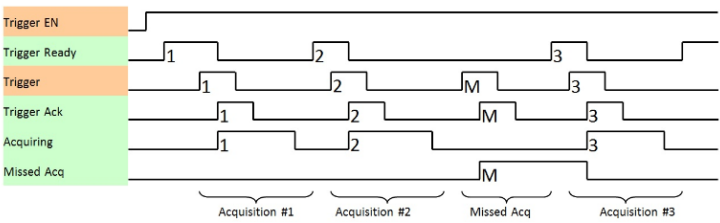
No.	V IN (AC)	V+ OUT (DC)	V- OUT (DC)	V+ TERMINAL (DC)	V- TERMINAL (DC)
1	220,151 V	23,812 V	24,145 V	24,145 V	24,104 V
2	220,212 V	24,111 V	23,811 V	23,911 V	23,910 V
3	220,031 V	23,943 V	24,015 V	24,121 V	24,115 V
4	220,423 V	24,221 V	24,121 V	24,105 V	23,955 V
5	220,711 V	24,123 V	23,911 V	24,110 V	24,015 V
6	220,543 V	24,261 V	24,012 V	24,111 V	24,100 V
7	220,412 V	24,041 V	23,312 V	23,915 V	23, 975 V

Pada hasil pengujian diatas terlihat power supply sebagai AC-DC converter dari 220VAC menjadi 24 VDC. Sebagian besar komponen aktuator pada panel membutuhkan tegangan 24VDC jadi power supply menjadi pensuplai utama komponen aktuator.

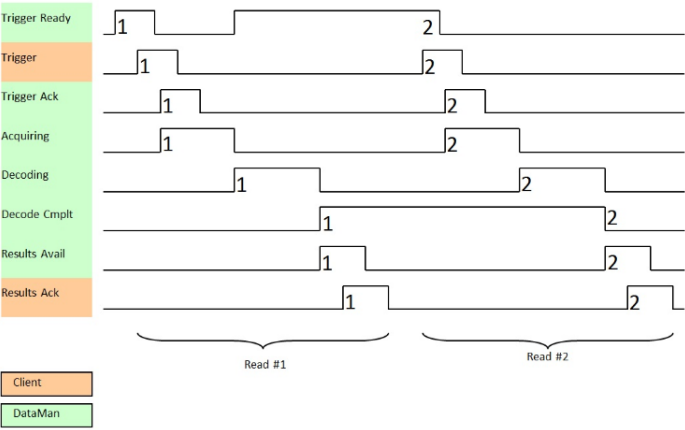
4.1.3 Pengujian Sensor Barcode

Sensor barcode DM60 digunakan untuk membaca barcode yang tertera pada box yang selanjutnya akan dibandingkan dengan data di PLC, komunikasi yang digunakan ialah Ethernet IP menggunakan kabel RJ 45 atau kabel LAN. Pengujian sensor barcode dimulai dari pengujian *Trigger* pada sensor DM itu sendiri. Apabila sensor mendeteksi adanya *barcode* yang siap dibaca maka PLC akan *mentrigger* sensor ini dan sensor akan membaca dan menyimpan data tersebut kedalam memori PLC. Tipe data yang dikirimkan ke PLC berupa *integer* dan diterima oleh PLC untuk selanjutnya mengirimkan perintah lain yaitu pensortiran

di *Line Conveyor*. Diagram Pulsa trigger barcode dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Sekuen trigger barcode



Gambar 4. 2 Sekuen pembacaan barcode

Dalam pengujian pembacaan barcode membutuhkan *trigger* dari PLC (client) agar sensor bisa berjalan normal. Saat sensor telah mengirimkan sinyal *Trigger Ack* saat itu juga sensor akan mengakuisisi data barcode yang dibaca. Kemudian masuk ke proses *decoding* atau pengkodean ulang yakni mengubah data *barcode integer* menjadi *string* agar dapat dikenali oleh PLC. Ketika proses pembacaan, sensor akan menilai apakah pembacaan tersebut *Good read* atau *Bad read*.

Jika pembacaan sukses (*Good read*) maka PLC akan memberikan sinyal ke *pusher* untuk membandingkan data *barcode* dengan tiap *line*, jika tidak sukses maka box akan ke *line reject*.

4.2 Pengujian Pendorong Motor Servo

Automation sorting line membutuhkan pendorong untuk memasukkan *box* sesuai kriteria tiap *line*, pendorong yang digunakan adalah motor servo MG 995 dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Lampiran 1, pengujian menggunakan 3 *sample* waktu yang berbeda.

Pengujian yang pertama menggunakan *sample* waktu 1.0 ms untuk mengetahui karakteristik dari servo pendorong dengan menggunakan ukuran *box* 8cmx8cmx8cm. Waktu yang dipilih yaitu 1.0 ms sebagai *sample* pertama, hasil dari pengujian menggunakan *sample* pertama dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil pengujian pendorong dengan waktu 1.0 ms

No.	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
1	1.0	Berhasil	Bagus
2	1.0	Berhasil	Bagus
3	1.0	Berhasil	Bagus
4	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
5	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
6	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
7	1.0	Berhasil	Bagus
8	1.0	Berhasil	Bagus
9	1.0	Berhasil	Bagus
10	1.0	Berhasil	Bagus
11	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
12	1.0	Berhasil	Bagus
13	1.0	Berhasil	Bagus
14	1.0	Berhasil	Bagus
15	1.0	Berhasil	Bagus
16	1.0	Berhasil	Bagus
17	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
18	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
19	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
20	1.0	Berhasil	Bagus

No.	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
21	1.0	Berhasil	Bagus
22	1.0	Berhasil	Bagus
23	1.0	Berhasil	Bagus
24	1.0	Berhasil	Bagus
25	1.0	Berhasil	Bagus
26	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
27	1.0	Berhasil	Bagus
28	1.0	Berhasil	Bagus
29	1.0	Berhasil	Bagus
30	1.0	Berhasil	Bagus
31	1.0	Berhasil	Bagus
32	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
33	1.0	Gagal	Menabrak <i>guide</i>
34	1.0	Berhasil	Bagus
35	1.0	Berhasil	Bagus
36	1.0	Berhasil	Bagus
37	1.0	Berhasil	Bagus
38	1.0	Berhasil	Bagus
39	1.0	Berhasil	Bagus
40	1.0	Berhasil	Bagus
41	1.0	Berhasil	Bagus
42	1.0	Berhasil	Bagus
43	1.0	Berhasil	Bagus
44	1.0	Berhasil	Bagus
45	1.0	Berhasil	Bagus
46	1.0	Berhasil	Bagus
47	1.0	Berhasil	Bagus
48	1.0	Berhasil	Bagus
49	1.0	Berhasil	Bagus
50	1.0	Berhasil	Bagus

Pada hasil pengujian dengan menggunakan sample waktu 1.0 ms dan melakukan 50 kali percobaan terdapat 10 kali gagal dan 40 berhasil. Kegagalan ini diakibatkan oleh respon *trigger line* dan kualitas sensor sehingga terjadi *delay*.

Pengujian yang kedua menggunakan sample waktu 1.1 ms untuk mengetahui karakteristik dari servo pendorong dengan menggunakan ukuran *box* 8cmx8cmx8cm. Waktu yang dipilih yaitu 1.1 ms sebagai sample pertama, hasil dari pengujian menggunakan sample kedua dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil pengujian pendorong dengan waktu 1.1 ms

No	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
1	1.1	Berhasil	Bagus
2	1.1	Berhasil	Bagus
3	1.1	Berhasil	Bagus
4	1.1	Berhasil	Bagus
5	1.1	Berhasil	Bagus
6	1.1	Berhasil	Bagus
7	1.1	Berhasil	Bagus
8	1.1	Berhasil	Bagus
9	1.1	Berhasil	Bagus
10	1.1	Berhasil	Bagus
11	1.1	Gagal	Menabrak guide
12	1.1	Gagal	Menabrak guide
13	1.1	Gagal	Menabrak guide
14	1.1	Gagal	Menabrak guide
15	1.1	Berhasil	Bagus
16	1.1	Berhasil	Bagus
17	1.1	Berhasil	Bagus
18	1.1	Berhasil	Bagus
19	1.1	Berhasil	Bagus
20	1.1	Berhasil	Bagus
21	1.1	Gagal	Menabrak guide
22	1.1	Berhasil	Bagus
23	1.1	Berhasil	Bagus
24	1.1	Berhasil	Bagus
25	1.1	Berhasil	Bagus
26	1.1	Berhasil	Bagus
27	1.1	Berhasil	Bagus
28	1.1	Berhasil	Bagus
29	1.1	Berhasil	Bagus

No	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
30	1.1	Berhasil	Bagus
31	1.1	Berhasil	Bagus
32	1.1	Berhasil	Bagus
33	1.1	Berhasil	Bagus
34	1.1	Berhasil	Bagus
35	1.1	Berhasil	Bagus
36	1.1	Berhasil	Bagus
37	1.1	Berhasil	Bagus
38	1.1	Berhasil	Bagus
39	1.1	Berhasil	Bagus
40	1.1	Berhasil	Bagus
41	1.1	Berhasil	Bagus
42	1.1	Berhasil	Bagus
43	1.1	Berhasil	Bagus
44	1.1	Berhasil	Bagus
45	1.1	Berhasil	Bagus
46	1.1	Berhasil	Bagus
47	1.1	Berhasil	Bagus
48	1.1	Gagal	Menabrak guide
49	1.1	Gagal	Menabrak guide
50	1.1	Gagal	Menabrak guide

Pada hasil pengujian dengan menggunakan sample waktu 1.1 ms dan melakukan 50 kali percobaan terdapat 8 kali gagal dan 42 berhasil. Kegagalan ini diakibatkan oleh respon *trigger line* dan kualitas sensor sehingga terjadi *delay*.

Pengujian yang ketiga menggunakan sample waktu 1.2 ms untuk mengetahui karakteristik dari servo pendorong dengan menggunakan ukuran *box* 8cmx8cmx8cm. Waktu yang dipilih yaitu 1.2 ms sebagai sample ketiga, hasil dari pengujian menggunakan sample ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil pengujian pendorong dengan waktu 1.2 ms

No	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
1	1.2	Berhasil	Bagus

No	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
2	1.2	Gagal	Menabrak guide
3	1.2	Gagal	Menabrak guide
4	1.2	Berhasi	Bagus
5	1.2	Berhasi	Bagus
6	1.2	Berhasi	Bagus
7	1.2	Berhasi	Bagus
8	1.2	Berhasi	Bagus
9	1.2	Berhasi	Bagus
10	1.2	Berhasi	Bagus
11	1.2	Berhasi	Bagus
12	1.2	Berhasi	Bagus
13	1.2	Berhasi	Bagus
14	1.2	Berhasi	Bagus
15	1.2	Berhasi	Bagus
16	1.2	Berhasi	Bagus
17	1.2	Berhasi	Bagus
18	1.2	Berhasi	Bagus
19	1.2	Berhasi	Bagus
20	1.2	Berhasi	Bagus
21	1.2	Berhasi	Bagus
22	1.2	Berhasi	Bagus
23	1.2	Berhasi	Bagus
24	1.2	Berhasi	Bagus
25	1.2	Berhasi	Bagus
26	1.2	Berhasi	Bagus
27	1.2	Berhasi	Bagus
28	1.2	Berhasi	Bagus
29	1.2	Berhasi	Bagus
30	1.2	Gagal	Menabrak guide
31	1.2	Berhasi	Bagus
32	1.2	Berhasi	Bagus
33	1.2	Berhasi	Bagus
34	1.2	Berhasi	Bagus
35	1.2	Berhasi	Bagus
36	1.2	Berhasi	Bagus
37	1.2	Berhasi	Bagus

No	Waktu servo bekerja (ms)	Keterangan	Kondisi <i>box</i>
38	1.2	Gagal	Menabrak guide
39	1.2	Berhasi	Bagus
40	1.2	Berhasi	Bagus
41	1.2	Berhasi	Bagus
42	1.2	Gagal	Menabrak guide
43	1.2	Gagal	Menabrak guide
44	1.2	Berhasi	Bagus
45	1.2	Berhasi	Bagus
46	1.2	Berhasi	Bagus
47	1.2	Berhasi	Bagus
48	1.2	Berhasi	Bagus
49	1.2	Berhasi	Bagus
50	1.2	Berhasi	Bagus

Pada hasil pengujian dengan menggunakan sample waktu 1.2 ms dan melakukan 50 kali percobaan terdapat 6 kali gagal dan 44 berhasil. Kegagalan ini diakibatkan oleh respon *trigger line* dan kualitas sensor sehingga terjadi *delay*.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dengan adanya *Automation Sorting Line* pekerjaan memilah barang sesuai kriteria dengan *barcode* tidak lagi susah dan hanya memerlukan beberapa karyawan saja. Pengurangan tenaga kerja dapat mengurangi pengeluaran perusahaan dan meningkatkan profit karena dengan mesin ini pekerjaan memilah barang dapat lebih cepat, tepat dan efisien. Penggunaan motor servo sebagai pendorong untuk masuk ke tiap line membutuhkan waktu 1,2 ms.

Dalam merancang diagram pengkabelan diharapkan dapat memudahkan orang yang membaca paham meskipun tidak mengerti pengkabelan. Microsoft visio adalah terobosan baru *software* pembuatan diagram pengkabelan yang mudah dalam penggunaannya dan lebih sederhana.

5.2 Saran

Penggunaan sensor *infrared* kurang efektif karena apabila sensor diruang terbuka dan terkena cahaya dengan intensitas yang tinggi maka sensor akan langsung berlogika 1. Hal ini mengakibatkan sensor tidak dapat bekerja maksimal. Untuk itu sensor *infrared* dapat diganti dengan sensor *photoelectric* yang lebih bagus untuk mendapatkan hasil pembacaan sensor yang optimal.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

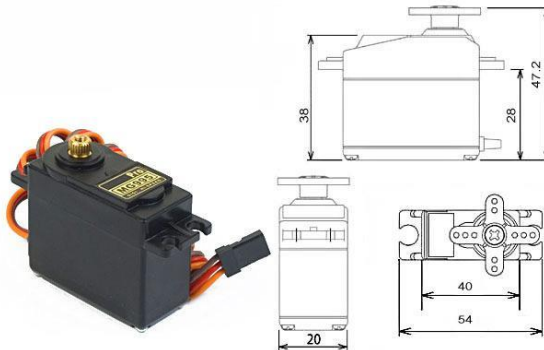
DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Jawahar, K. C. Divya, and V. Thankaiselvan, "Sensor based color sorting system for leather shoe components," *Proc. 2017 3rd IEEE Int. Conf. Sensing, Signal Process. Secur. ICSSS 2017*, pp. 296–300, 2017.
- [2] A. Edition, *2017 National Electrical Safety Code (NESC)*. 2017.
- [3] A. Z. H. Abd Azzis, N. Mohd Nor, and T. Ibrahim, "Automated Electrical Protection System for domestic application," *Proc. 2013 IEEE 7th Int. Power Eng. Optim. Conf. PEOCO 2013*, no. June, pp. 23–28, 2013.
- [4] L. Peilin and L. Hong, "An Automatic Sorting System for Sorting Metal Cylindrical Workpiece Based on Machine Vision and PLC Technology," 2017.
- [5] R. Natarajan, B. Baskaran, S. Sivakumar, S. Mallikarjunan, R. Somasundaram, and P. Raju, "Design And Development Of Weight Based Material Sorting," vol. 119, no. 12, pp. 2101–2108, 2018.
- [6] S. P. Dabade, "Research in Engineering Automatic Sorting Machine Using Conveyor Belt," no. June 2015, 2016.
- [7] M. C. May, "Keselamatan dan Pemasangan Instalasi Listrik Voltase Rendah untuk Rumah Tangga," vol. 1, no. 2011, 2016.
- [8] N. Keerthipriya, R. S. Lalithaa, S. Ramapriya, and S. Sivaprakasam, "PLC Based Industrial Conveyor Automation and," vol. 3, no. Iii, pp. 815–818, 2015.
- [9] M. A. Controller, "NX1P2 CPU Unit Hardware User ' s Manual."
- [10] A. Polyakov *et al.*, "Relay Control Design using Attractive Ellipsoids Method To cite this version : Relay Control Design using Attractive Ellipsoids Method," no. Cdc, pp. 6646–6651, 2017.
- [11] J. T. Wintermute and S. G. Hayter, "Transistor-Oscillator Limit Switch for," no. November, pp. 518–519, 1960.

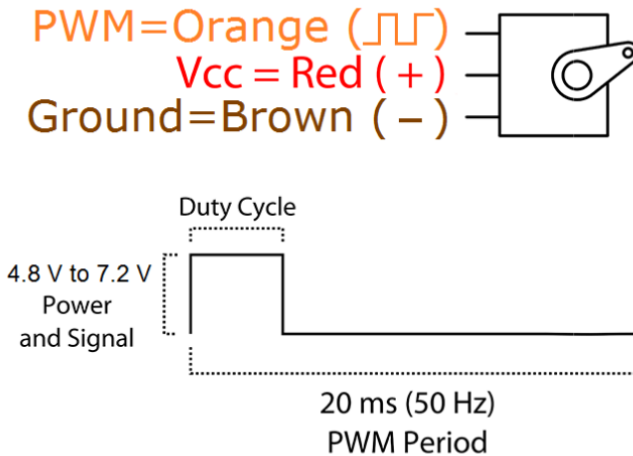
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN

Lampiran 1. Datasheet Motor Servo



Gambar 1. Dimensi Motor ServoMG 995



Gambar 2. Konfigurasi pengkabelan motor servo

Lampiran 2. Datasheet Relay MY2N

OMRON

General-purpose Relay
MY

Versatile, Multi-featured, Miniature Power Relay for Sequence Control and Power Switching Applications

- Models with lockable test buttons now available.
- Multiple features available, including operation indicators (mechanical and LED indicators), lockable test button, built-in diode and CR (surge suppression), bifurcated contacts, etc.
- Environment-friendly cadmium-free contacts.
- Wide range of Sockets (PY, PYF Series) and optional parts.
- Max. Switching Current: 2-pole: 10 A, 4-pole: 5 A
- Provided with nameplate.
- RoHS Compliant.



Ordering Information

■ Relays

Standard Coil Polarity

Type	Contact form	Model		
		Plug-in socket/solder terminals		
		Standard with LED indicator	With LED indicator and lockable test button	Without LED indicator
Standard	DPDT	MY2N	MY2IN	MY2
	4PDT	MY4N	MY4IN	MY4
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN	MY4ZIN	MY4Z
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2N-D2	MY2IN-D2	---
	4PDT	MY4N-D2	MY4IN-D2	---
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN-D2	MY4ZIN-D2	---
With built-in CR (220/240 VAC, 110/120 VAC only)	DPDT	MY2N-CR	MY2IN-CR	---
	4PDT	MY4N-CR	MY4IN-CR	---
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN-CR	MY4ZIN-CR	---

Reverse Coil Polarity

Type	Contact form	Model	
		Plug-in socket/solder terminals	
		With LED indicator	With LED indicator and lockable test button
Standard (DC only)	DPDT	MY2N1	MY2IN1
	4PDT	MY4N1	MY4IN1
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN1	MY4ZIN1
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2N1-D2	MY2IN1-D2
	4PDT	MY4N1-D2	MY4IN1-D2
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN1-D2	MY4ZIN1-D2

Notes: 1. When ordering, add the rated coil voltage to the model number(s), followed by "(S)". Rated coil voltages are given in the coil ratings table.
Example: MY2 AC12(S)

- ↑
Rated coil voltage
2. Arc barrier standard on all four-pole relays.
 3. Other models also available, such as, three-pole versions, flangemount, PCB, etc. Contact your Omron Representative for details.

Gambar 3. General relay MY2N

Specifications

■ Coil Ratings

Rated voltage	Rated current		Coil resistance	Inductance (reference value)		Must operate	Must release	Max. voltage	Power consumption (approx.)
	50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON				
AC	6 V*	214.1 mA	183 mΩ	12.2 Ω	0.04 H	0.08 H	80% max.	30% min.	110%
	12 V	108.5 mA	91 mΩ	46 Ω	0.17 H	0.33 H			
	24 V	53.8 mA	46 mΩ	180 Ω	0.69 H	1.30 H			
	48/50 V*	24.7/25.7 mA	21.1/22.0 mΩ	788 Ω	3.22 H	5.66 H			
	110/120 V	9.9/10.8 mA	8.4/9.2 mΩ	4,430 Ω	19.20 H	32.1 H			
	220/240 V	4.9/5.3 mA	4.2/4.6 mΩ	18,790 Ω	83.50 H	136.4 H			
DC	6 V*	151 mA	39.8 Ω	0.17 H	0.33 H	10% min.		0.9 W	
	12 V	75 mA	160 Ω	0.73 H	1.37 H				
	24 V	37.7 mA	636 Ω	3.20 H	5.72 H				
	48 V*	18.8 mA	2,560 Ω	10.60 H	21.0 H				
	100/110 V	9.0/9.9 mA	11,100 Ω	45.60 H	86.2 H				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with tolerances of +15%/-20% for rated currents and ±15% for DC coil resistance.

2. Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23°C.

3. AC coil resistance and impedance are provided as reference values (at 60 Hz).

4. Power consumption drop was measured for the above data. When driving transistors, check leakage current and connect a bleeder resistor if required.

5. Rated voltage denoted by "*" will be manufactured upon request. Ask your OMRON representative.

■ Contact Ratings

Item	2-pole		4-pole		4-pole (bifurcated)	
	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4, L/R = 7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4, L/R = 7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4, L/R = 7 ms)
Rated load	5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	2 A, 250 VAC 2 A, 30 VDC	3 A, 250 VAC 3 A, 30 VDC	0.8 A, 250 VAC 1.5 A, 30 VDC	3 A, 250 VAC 3 A, 30 VDC	0.8 A, 250 VAC 1.5 A, 30 VDC
Carry current	10 A (see note)		5 A (see note)			
Max. switching voltage	250 VAC 125 VDC		250 VAC 125 VDC			
Max. switching current	10 A		5 A			
Max. switching capacity	2,500 VA 300 W	1,250 VA 300 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W
Min. permissible load*	5 VDC, 1 mA		1 VDC, 1 mA		1 VDC, 100 μA	

* Reference value.

Note: Do not exceed the carry current of a Socket in use.

Gambar 4. Spesifikasi Relay MY2N

■ Characteristics

Contact resistance	100 mΩ max.	
Operate time	20 ms max.	
Release time	20 ms max.	
Max. operating frequency	Mechanical	18,000 operations/hr
	Electrical	1,800 operations/hr (under rated load)
Insulation resistance	1,000 MΩ min. (at 500 VDC)	
Dielectric withstand voltage	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1.0 min (1,000 VAC between contacts of same polarity)	
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 Hz, 1.0 mm double amplitude	
	Malfunction: 10 to 55 Hz, 1.0 mm double amplitude	
Shock resistance	Destruction: 1,000 m/s ² (approx. 100G)	
	Malfunction: 200 m/s ² (approx. 20G)	
Life expectancy	See the following table.	
Ambient temperature	Operating	-55°C to 70°C (-67°F to 158°F) with no icing (see note)
Ambient humidity	Operating	5% to 85% RH
Weight	Approx. 35 g	

Note: The values given above are initial values.

■ Life Expectancy Characteristics

Pole	Mechanical life (at 18,000 operations/hr)	Electrical life (at 1,800 operations/hr under rated load)
2-pole	AC: 50,000,000 operations min.	500,000 operations min.
4-pole	DC: 100,000,000 operations min.	200,000 operations min.
4-pole (bifurcated)	20,000,000 operations min.	100,000 operations min.

■ Approved Standards

VDE, UL, CSA, IMQ, CE

■ Precautions

Connections

Do not reverse polarity when connecting DC-operated Relays with built-in diodes or indicators or high-sensitivity DC-operated Relays.


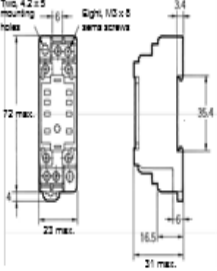

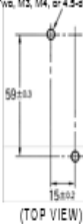

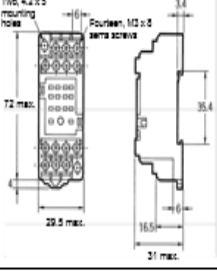

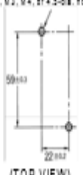

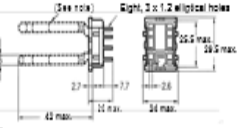

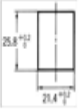

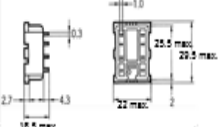

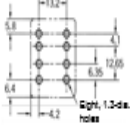
Mounting

Whenever possible, mount Relays so that it is not subject to vibration or shock in the same direction as that of contact movement.

Gambar 5. Karakteristik Relay MY2N

■ Dimensions

Unit: mm (inch)

Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ internal connections (top view)	Mounting holes
PYF08A-E 			 <p>(TOP VIEW)</p> <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
PYF14A-E 			 <p>(TOP VIEW)</p> <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
PY08/PY08-Y1 	 <p>Note: The PY08-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		
PY08-Q2 			

Gambar 6. Dimensi socket relay

Lampiran 3. Datasheet PLC NX1P2

3-1 CPU Units

This section describes the models and specifications of the CPU Units as well as the names and functions of the parts.

3-1-1 Models and Specifications

This section describes the outline of the CPU Unit specifications. The electrical and mechanical specifications of the CPU Unit are also given. Refer to 1-2 *Specifications* on page 1-8 for information on other main specifications.

Models and Outline of Specifications

The models and outline of specifications are given below.

Model	Program capacity	Memory capacity for variables	Maximum number of controlled axes	Built-in I/O		
				Total number of I/O points	Number of input points	Number of output points
NX1P2-1140DT	1.5 MB	32 KB (Retained during power interruptions) or 2 MB (Not retained during power interruptions)	12 axes	40 points	24 points	16 points, NPN transistor
NX1P2-1140DT1						16 points, PNP transistor*1
NX1P2-1040DT			10 axes		16 points, NPN transistor	
NX1P2-1040DT1				16 points, PNP transistor*1		
NX1P2-9024DT			4 axes	24 points	14 points	10 points, NPN transistor

Gambar 7. CPU NX1P2

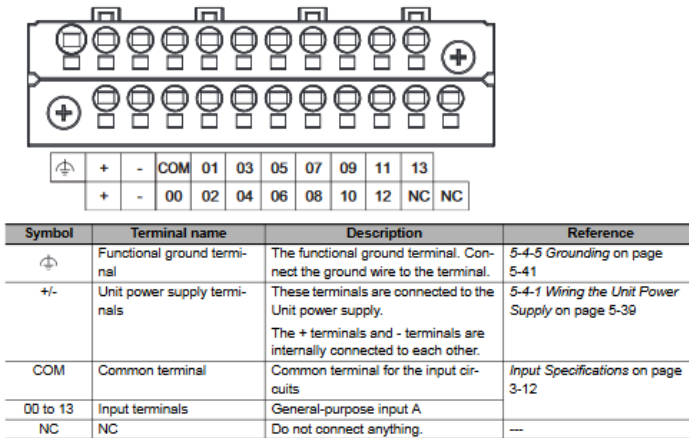
Electrical and Mechanical Specifications

The electrical and mechanical specifications are given below.

Item		Specification	
Model		NX1P2-1□40DT□	NX1P2-9024DT□
Enclosure		Mounted in a panel	
Dimensions (mm) ^{*1}		154 × 100 × 71 mm (W×H×D)	130 × 100 × 71 mm (W×H×D)
Weight ^{*2}		NX1P2-1□40DT: 650 g	NX1P2-9024DT: 590 g
		NX1P2-1□40DT1: 680 g	NX1P2-9024DT1: 590 g
Unit power supply	Power supply voltage	24 VDC (20.4 to 28.8 VDC)	
	Unit power consumption ^{*3}	NX1P2-1□40DT: 7.05 W	NX1P2-9024DT: 6.70 W
		NX1P2-1□40DT1: 6.85 W	NX1P2-9024DT1: 6.40 W
	Inrush current ^{*4}	For cold start at room temperature: 10 A max./0.1 ms max. and 2.5 A max./150 ms max.	
	Current capacity of power supply terminal ^{*5}	4 A max.	
Power supply to the NX Unit power supply	Isolation method	No isolation: between the Unit power supply terminal and internal circuit	
	NX Unit power supply capacity	10 W max.	
	NX Unit power supply efficiency	80 %	
	Isolation method	No isolation: between the Unit power supply terminal and NX Unit power supply	
I/O Power Supply to NX Units		Not provided ^{*6}	
External connection terminals	Communication connector	RJ45 for EtherNet/IP Communications × 1 RJ45 for EtherCAT Communications × 1	
	Screwless clamping terminal block	For Unit power supply input, grounding, and input signal: 1 (Removable) For output signal: 1 (Removable)	
	Output terminal (service supply)	Not provided	
	RUN output terminal	Not provided	
	NX bus connector	8 NX Units can be connected	
	Option board slot	2	1

Gambar 8. Spesifikasi elektrik dan mekanik

b) NX1P2-9024DT□



Gambar 9. Input terminal block

● Input Specifications

The specifications depends on the input terminal numbers of the model.

Item	Specification	
Input type	General-purpose input A	General-purpose input B
Input terminal number	NX1P2-1□40DT□: 00 to 15 NX1P2-9024DT□: 00 to 13	NX1P2-1□40DT□: 16 to 23 NX1P2-9024DT□: None
Internal I/O common	For both NPN/PNP	
Input voltage	24 VDC (15 to 28.8 VDC)	
Connected sensor	Two-wire or three-wire sensors	
Input impedance	4.0 kΩ	4.3 kΩ
Input current	5.8 mA typical	5.3 mA typical
ON voltage	15 VDC min.	
OFF voltage/current	5 VDC max./1 mA max.	
ON response time*1	2.5 μs max.	1 ms max.
OFF response time*1	2.5 μs max.	1 ms max.
ON/OFF filter time*2	No filter, 0.25 ms, 0.5 ms, 1 ms (default), 2 ms, 4 ms, 8 ms, 16 ms, 32 ms, 64 ms, 128 ms, 256 ms	
Circuit configuration		

Gambar 10. Spesifikasi Input

c) NX1P2-9024DT

The appearance of the terminal block is the same as a).

NC	NC	00	02	04	06	08	NC	NC	NC	NC
	C0 (0V)	01	03	05	07	09	NC	NC	NC	NC

Symbol	Terminal name	Description	Reference
C0 (0V)	Common terminal	Connected to the 0-V side of the I/O power supply.	Output Specifications on page 3-15
00 to 09	Output terminals	NPN (sinking) type output	
NC	NC	Do not connect anything.	---

Gambar 11. Output terminal block

● **Output Specifications**

The models of the CPU Units are divided according to the following two output types: the NPN (sinking) type and PNP (sourcing) type.

There is no difference in specifications between the models with different output terminal numbers.

Item	Specification	
	NX1P2-□□□□DT	NX1P2-□□□□DT1
Internal I/O common	NPN (sinking)	PNP (sourcing)
Maximum switching capacity	12 to 24 VDC (10.2 to 28.8 VDC), 300 mA per point	24 VDC (15 to 28.8 VDC), 300 mA per point
	NX1P2-1□40DT□: 1.8 A/common (3.6 A/Unit) NX1P2-9024DT□: 2.4 A/common (2.4 A/Unit)	
Minimum switching capacity	12 to 24 VDC (10.2 to 28.8 VDC), 1 mA	24 VDC (15 to 28.8 VDC), 1 mA
Leakage current	0.1 mA max.	
Residual voltage	1.5 V max.	
ON response time	0.1 ms max.	0.5 ms max.
OFF response time	0.8 ms max.	1.0 ms max.
Current consumption from I/O power supply ¹⁾	---	NX1P2-1□40DT1: 40 mA/common NX1P2-9024DT1: 50 mA/common
Load short-circuit protection	Not provided	Provided ²⁾
Circuit configuration	NX1P2-1□40DT	
	NX1P2-9024DT	
Circuit configuration	NX1P2-1□40DT1	
	NX1P2-9024DT1	

Gambar 12. Spesifikasi Output

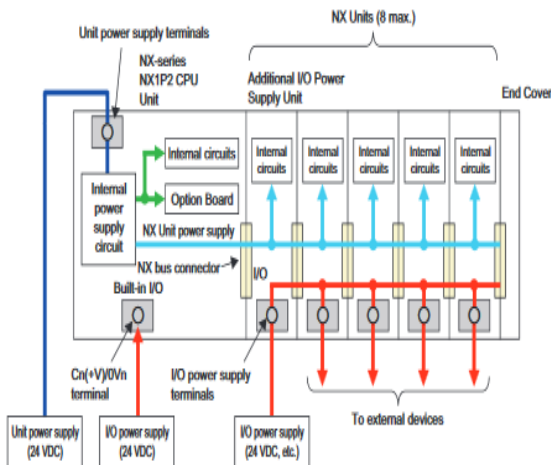
4-1 Power Supply System and Design Concepts

This section describes the power supply system for the CPU Rack of an NX-series NX1P2 CPU Unit and the design concepts.

4-1-1 Power Supply System and Types of Power Supplies

Power Supply System Configuration Diagram

An example of a power supply system configuration diagram for the CPU Rack of an NX1P2 CPU Unit is shown below.



Gambar 13. Konfigurasi Power supply pada PLC

Power supply type		Description
Unit power supply		<p>This is the power supply for generating the internal power supply required for the CPU Rack to operate.</p> <p>This power supply is connected to the Unit power supply terminals on the CPU Unit.</p> <p>From the Unit power supply, the internal power supply circuit in the CPU Unit generates the internal circuit power supply, Option Board power supply and NX Unit power supply.</p> <p>The internal circuits of the NX Units operate on the NX Unit power supply.</p> <p>The NX Unit power supply can supply up to 10 W power to the NX Units through the NX bus connectors.</p>
I/O power supply	For NX Units	<p>This power supply is used for driving the I/O circuits of the NX Units and for the connected external devices.</p> <p>When the type of the I/O power supply to NX Units^{*1} is the supply from NX bus, this power supply is connected to the I/O power supply terminals on the Additional I/O Power Supply Unit. The I/O power supply is supplied to the NX Units from the I/O power supply terminals and through the NX bus connectors.</p> <p>The CPU Unit does not have the I/O power supply terminals used for the NX Units.</p> <p>On the CPU Rack, the maximum I/O power supply current that can be supplied to the NX Units from the Additional I/O Power Supply Unit and through the NX bus connectors is 4 A.</p> <p>When the type of the I/O power supply to all NX Units on the CPU Rack is the supply from external source, the Additional I/O Power Supply Unit is not needed.</p> <p>The I/O power supply for the NX Units are independent from the I/O power supply for the CPU Unit's built-in I/O.</p>
	For built-in I/O	<p>This power supply is used for driving the PNP (sourcing) type built-in I/O output circuit.</p> <p>This I/O power supply is independent from the I/O power supply for the NX Units.</p> <p>Refer to Current consumption from I/O power supply in the table under <i>Output Specifications</i> on page 3-15 in 3-1-4 <i>Terminal Blocks</i> on page 3-10 for details on the current specifications.</p>

Gambar 14. Tipe power supply

RIWAYAT PENULIS



Penulis bernama lengkap Dewanda Bima Harikusuma lahir di Surabaya Jawa Timur pada tanggal 03 Agustus 1997. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Perum Soda no 100 Ngingas Utara Waru Sidoarjo. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar SD Hang Tuah 10 Juanda lulus pada tahun 2009, SMP Negeri 1 Waru lulus pada tahun 2012, SMA Negeri 16 Surabaya lulus pada tahun 2015 dan masih memulai masa kuliah di Departemen Teknik Elektro Otomasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015